الجامعة العربية الخاصة للعلوم والتكنولوجيا

كلية الهندسة البترولية

السنة الثانية

عملي الجيولوجيا البنيوية

د. عبد الكريم العبد الله

الأوضاع الفراغية المختلفة للطبقة

1-العناصر البنيوية للطبقة:

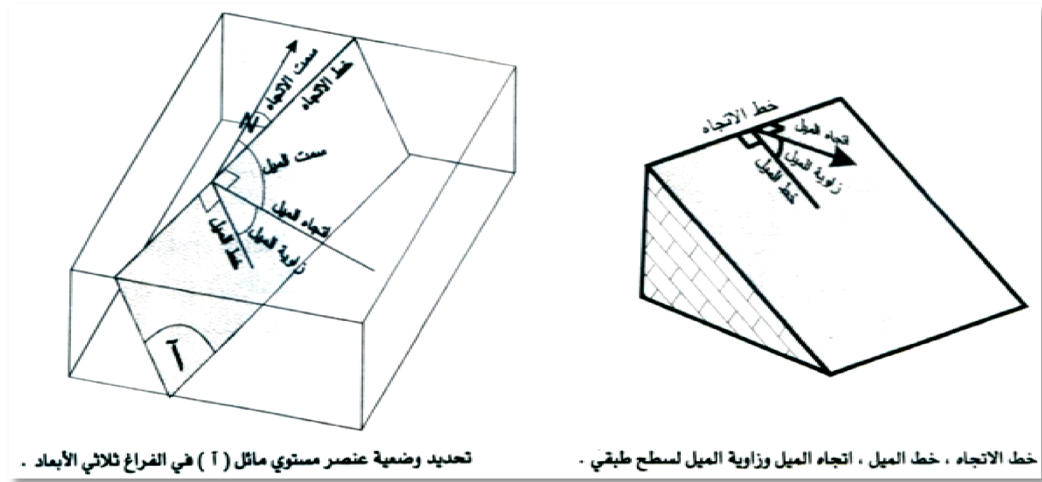
خط الاتجاه:

خط الميل:

سمت الاتجاه:

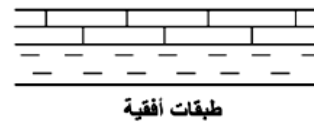
زاوية الميل:

اتجاه الميل و سمته:



تحديد وضعية عنصر مستوي مائل (آ) في الفراغ ثلاثي الأبعاد .

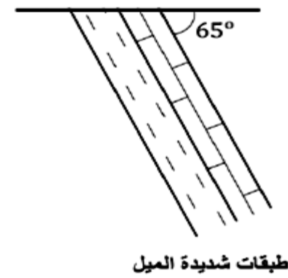
خط الاتجاه ، خط الميل ، اتجاه الميل وزاوية الميل لسطح طبقي .



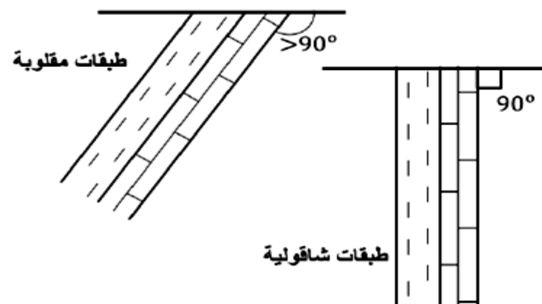
طبقات أفقية



طبقات خفيفة الميل



طبقات شديدة الميل

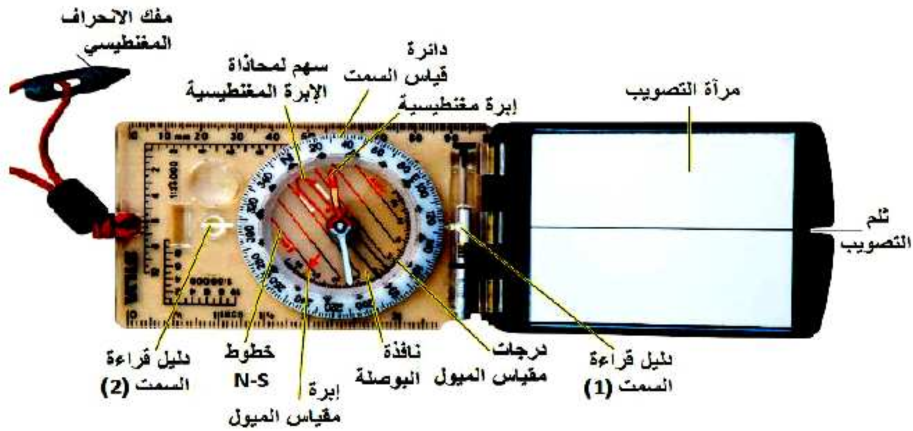


طبقات مقلوبة

طبقات شاقولية

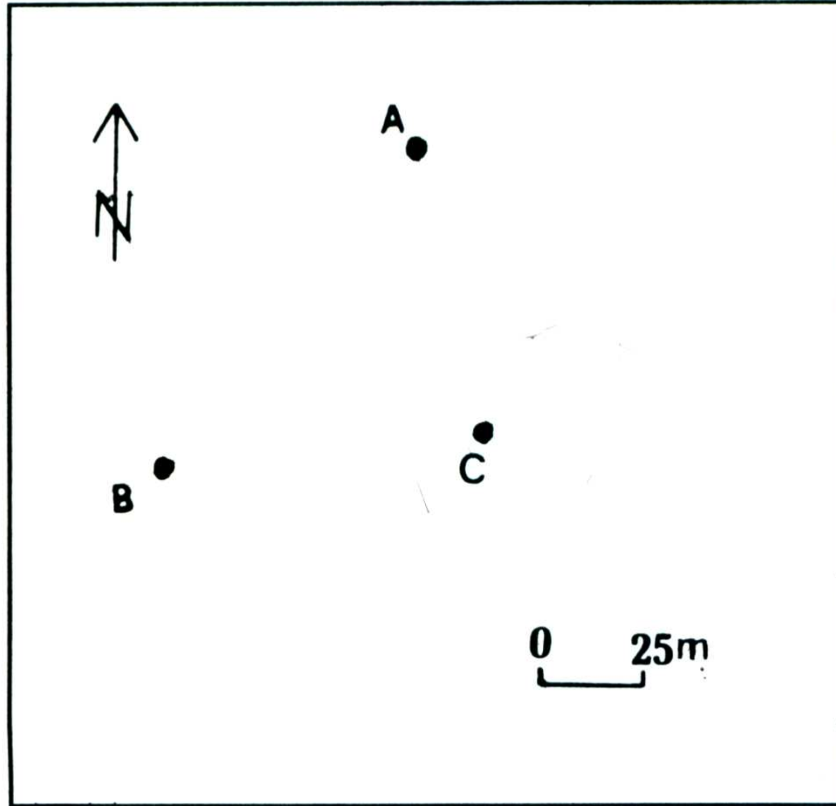






<u>2-تحديد العناصر البنيوية (الوضعية الفراغية) للطبقة من خلال معطيات الآبار:</u>

تمرين1: تم حفر ثلاثة آبار في المواقع A,B,C كما في الشكل التالي، حتى الوصول إلى السطح العلوي لطبقة من الحجر الرملي. ارتفاعات الآبار الطبوغرافية عن سطح البحر كما يلي: A:500m, B:600m, C:400m . أما أعماق الحفر في كل بئر حتى الوصول للسطح العلوي لطبقة الحجر الرملي فكانت كما يلي: A:250m, B:350m, C:200m . المطلوب تحديد قيم الوضعية الفراغية لهذه الطبقة.



الحل:

سمت الاتجاه: .... زاوية الميل: ....

جهة الميل: .... سمت الميل: ....

تمرين2: تم حفر ثلاثة آبار في المواقع A,B,C المبينة في الشكل التالي، بلغ الحفر للوصول إلى السطح العلوي لطبقة من الفحم الأعماق التالية: A:200m, B:350m, C:400m . المطلوب تحديد قيم الوضعية الفراغية لهذه الطبقة.

الحل:

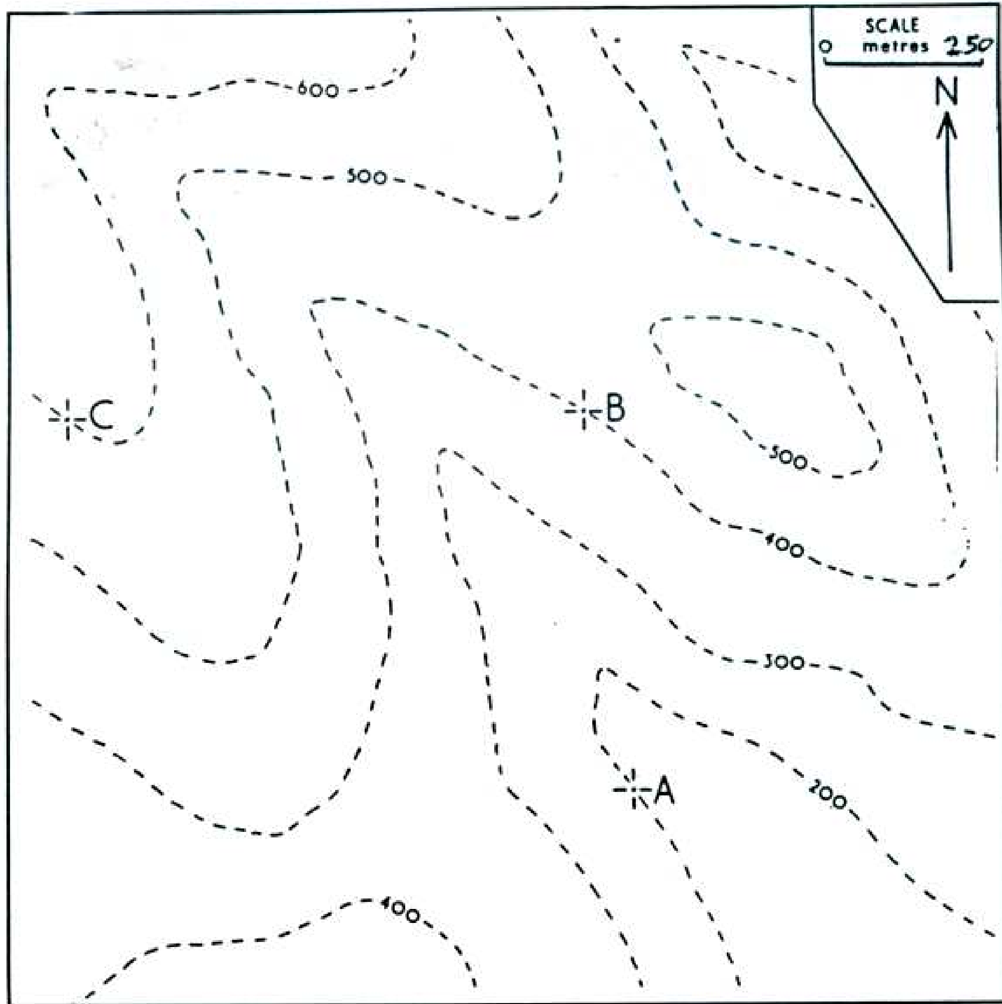
سمت الاتجاه: .... زاوية الميل: ....

جهة الميل: .... سمت الميل: ....

....

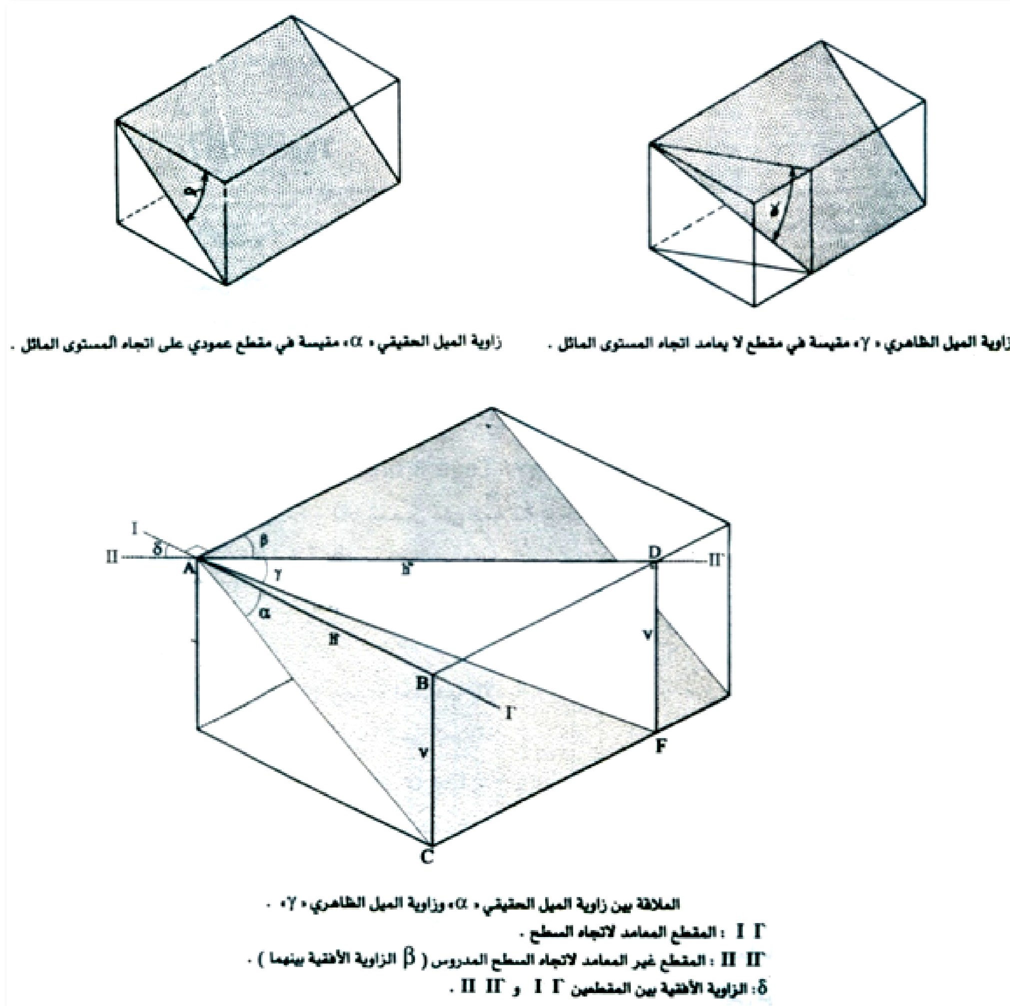
....

....


SCALE
0
metres
250
N
600
500
C
B
500
400
300
A
200
400

الميل الحقيقي و الميل الظاهري للطبقة

زاوية الميل الحقيقي True dip هي الزاوية المقيسة أو المحسوبة بشكل معامد لخط اتجاه الطبقة، أما زاوية الميل الظاهري Apparent dip فهي الزاوية المقيسة أو المحسوبة وفق خط غير معامد لخط اتجاه الطبقة، و تكون دائماً أصغر من زاوية الميل الحقيقي و تساوي الصفر وفق مقطع موازي لخط اتجاه الطبقة.



يوجد علاقة رياضية بين زاوية الميل الحقيقي α و زاوية الميل الظاهري γ:

$$Tag\gamma = Tag\alpha \cdot Sin\beta$$

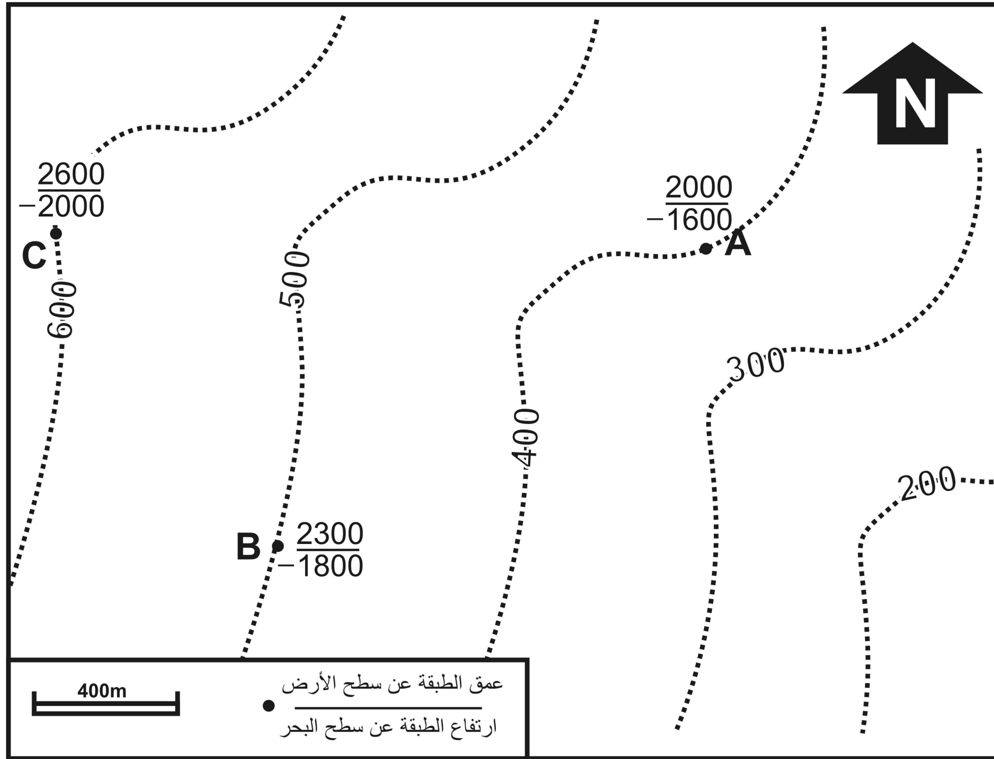
حيث β هي الزاوية بين الخط الذي تقاس وفقه زاوية الميل الظاهري و خط اتجاه الطبقة.

تمرين3: تم حفر ثلاثة آبار في المواقع A,B,C و بلغ الحفر للوصول إلى السطح العلوي لطبقة حجر رملي خازنة للنفط من عمر الكريتاسي الأسفل الأعماق الموضحة على الشكل التالي. والمطلوب:

1- تحديد قيم الوضعية الفراغية للطبقة الخازنة.

2- هل زاوية ميل هذه الطبقة وفق خط مار بين A وB هي حقيقية أم ظاهرية؟ أحسبها.

3- أين تنصح كمهندس بترول بحفر آبار أخرى بغرض الوصول للطبقة الخازنة للنفط و بتكاليف أقل؟ حدد ذلك على الخارطة.


N
2600
−2000
C
600
500
2000
−1600
A
400
300
200
B
2300
−1800
400m
عمق الطبقة عن سطح الأرض
ارتفاع الطبقة عن سطح البحر

....

....

....

....

....

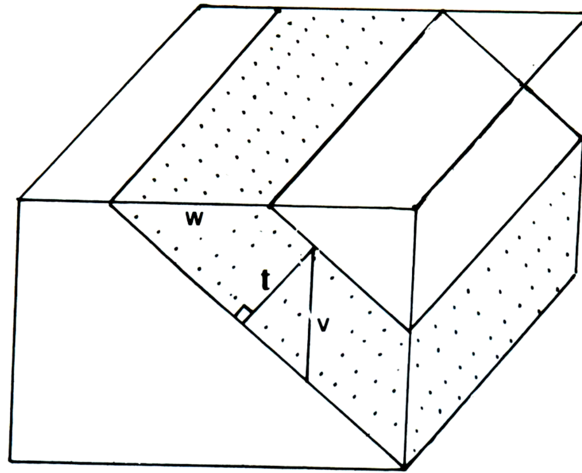
الثخانة Thickness

ثخانة الطبقة هي المسافة بين سطحها العلوي و سطحها السفلي، و يميز عادة بين الأنواع التالية من الثخانة:

الثخانة الحقيقية t:

الثخانة الشاقولية v:

الثخانة الظاهرية (عرض التكشف) w:



الثخانة الحقيقية (t) والشاقولية (v) وعرض التكشف (w) لطبقة مائلة .

1-تحديد الثخانة عندما يكون السطح الطبوغرافي أفقياً:

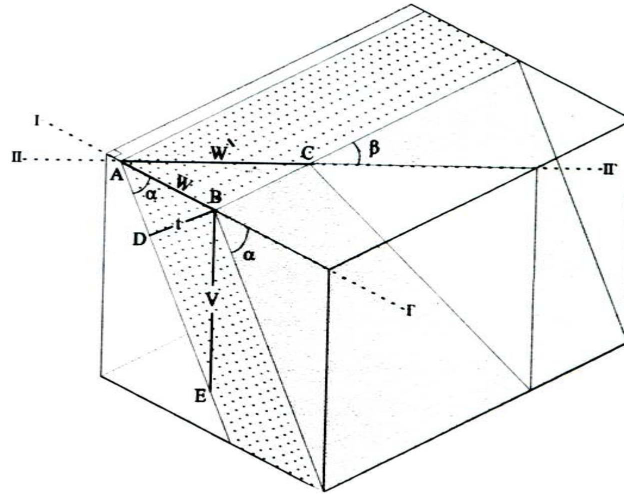
$$\sin\alpha = t / w$$

α زاوية ميل الطبقة الحقيقية، t الثخانة الحقيقية , w عرض التكشف

$$t = w \cdot \sin\alpha$$

$$t = w` \cdot \sin\alpha \cdot \sin\beta$$

β هي الزاوية بين المقطع `II-II و خط اتجاه الطبقة.`w عرض تكشف الطبقة وفق المقطع المذكور.



العلاقة بين عرض التكشف (w) والثخانة الحقيقية (t) والثخانة الشاقولية (v) وزاوية الميل الحقيقي (α) وزاوية المقطع (β).

I I` : مقطع معامد لاتجاه الطبقة .

II II` : مقطع ينحرف عن اتجاه الطبقة بزاوية β .

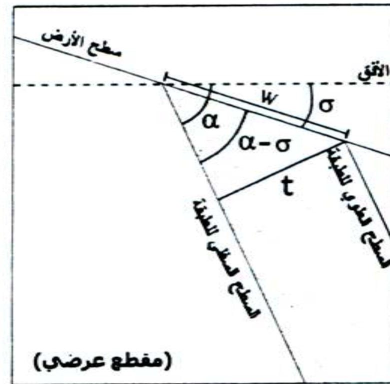
2-تحديد الثخانة عندما يكون السطح الطبوغرافي منحدراً:

2- 1-عندما يوافق ميل الطبقة α ميل الانحدار الطبوغرافي σ :

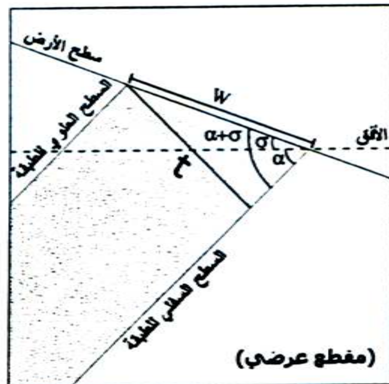
$$t = w . \sin(\alpha - \sigma)$$

2- 1-عندما يعاكس ميل الطبقة ميل الانحدار الطبوغرافي:

$$t = w . \sin(\alpha + \sigma)$$



تحديد قيمة الثخانة الحقيقية في حالة توافق اتجاه ميل الطبقة واتجاه الانحدار الطبوغرافي .



تحديد قيمة الثخانة الحقيقية في حال تعاكس اتجاه ميل الطبقة مع اتجاه الانحدار الطبوغرافي .

3-العلاقة بين الثخانة الحقيقية t و الثخانة الشاقولية v:

$$v = t / \cos\alpha \qquad\qquad t = v . \cos\alpha$$

تمرين4: حدد ثخانة طبقة حجر كلسي ذات وضعية فراغية (0/35ºE) و ذات عرض تكشف 400م مقاس بشكل معامد لاتجاهها، مع العلم أن سطح الأرض أفقي.

الحل:..

....

....

....

تمرين5: أحسب ثخانة طبقة من الحجر الكلسي تتكشف على السفح الشرقي لجبل. سمت اتجاه الطبقة شمال-جنوب و تميل بزاوية 33º نحو الغرب. ارتفاع تكشف السطح العلوي 1500م عن سطح البحر و ارتفاع تكشف السطح السفلي 1000م. المسافة وفق المنحدر بين هذين التكشفين 1600م و ذلك بشكل معامد لاتجاه الطبقة.

الحل:..

....

....

....

....

تمرين6: اخترق بئر طبقة خازنة للنفط تميل نحو الشرق بزاوية 20 درجة و المطلوب حساب الثخانة الحقيقية لهذه الطبقة إذا علمت أن سماكتها وفق الحفر 150م.

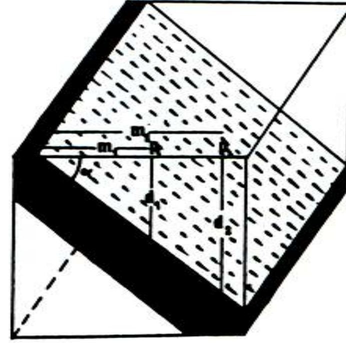
الحل:...

....

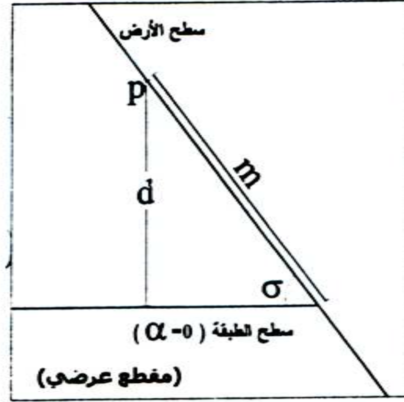
....

العمق Depth

العمق هو المسافة الشاقولية المقاسة اعتباراً من مستو سطح الأرض إلى نقطة أو سطح تحت الأرض و عادة حتى السطح العلوي للطبقة المدروسة. إن عمق الطبقات المائلة يزداد باتجاه ميل الطبقة، أما الطبقات الأفقية فيتغير عمقها تبعاً لطبوغرافية سطح الأرض.



يزداد العمق d للطبقة باتجاه ميلها ، أي بازدياد قيمة البعد (m) للنقطة p (نقطة تحديد العمق) عن تكشف الطبقة .



تحديد العمق (d) للطبقة الأفقية المتكشفة على سطح الأرض المنحدر بزاوية σ .

تبعاً لطبوغرافية سطح الأرض و لميل الطبق المدروسة يمكن تمييز عدة حالات لحساب عمق الطبقة **d** عن سطح الأرض:

1- تميل الطبقة بزاوية α ويكون سطح الأرض أفقياً، حيث نحسب العمق d في نقطة p تبعد مسافة m عن تكشف الطبقة على سطح الأرض.

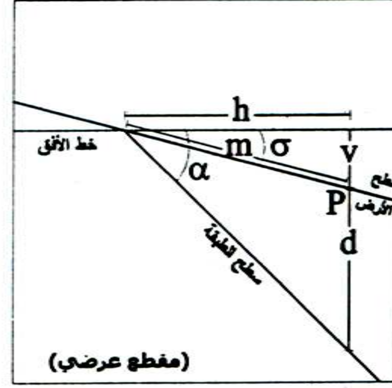
$$d = m . tag\alpha$$

2- ينحدر سطح الأرض بزاوية σ بينما تكون الطبقة أفقية و متكشفة على سطح الأرض في نقطة تبعد مسافة m عن النقطة p التي يحسب عندها عمق الطبقة.

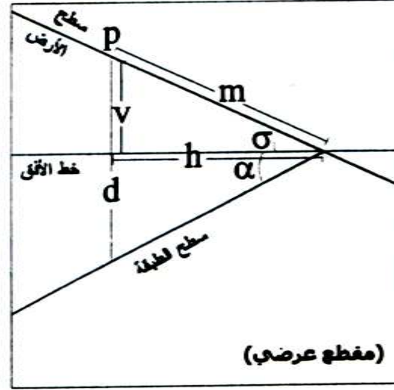
$$d = m . \sin\sigma$$

3-ينحدر سطح الأرض بزاوية σ بنفس اتجاه ميل الطبقة (التي تميل بزاوية α)، كما في الشكل التالي. الطبقة متكشفة على سطح الأرض في نقطة تبعد مسافة m عن النقطة p التي يحسب عندها عمق الطبقة. حيث يحسب العمق بالعلاقة:

$$d = m (\cos\sigma . tag\alpha - \sin\sigma)$$



تحديد العمق (d) للطبقة المائلة بزاوية α بنفس اتجاه الانحدار الطبوغرافي .



تحديد العمق (d) للطبقة المائلة بزاوية α بعكس اتجاه الانحدار الطبوغرافي .

4-ينحدر سطح الأرض بزاوية σ بعكس اتجاه ميل الطبقة (التي تميل بزاوية α)، الطبقة متكشفة على سطح الأرض في نقطة تبعد مسافة m عن النقطة p التي يحسب عندها عمق الطبقة، حيث يحسب العمق بالعلاقة:

$$d = m (\cos\sigma \, . \, \text{tag}\alpha + \sin\sigma)$$

تمرين7: اخترق بئر السطح العلوي لطبقة خازنة للنفط على عمق 3700م ، إذا علمت أن الطبقة ذات سمت اتجاه شمال-جنوب وتميل نحو الشرق بزاوية 20 درجة و أن سطح الأرض أفقي، و أردنا حفر بئر ثاني على بعد 500م إلى الشرق من البئر الأول و بئر ثالث إلى الغرب من البئر الأول بمسافة 300م و ذلك وفق خط موازٍ لسمت ميل الطبقة، المطلوب حساب عمق السطح العلوي لهذه الطبقة في البئرين الثاني و الثالث. ما هو عمق السطح العلوي للطبقة نفسها في بئر رابع يقع شمال البئر الأول بمسافة 2000م وفق خط موافق لسمت اتجاه الطبقة.

الحل:

....

....

....

....

....

تمرين8: تتكشف طبقة من الحجر الكلسي على السفح الجنوبي لجبل في نقطة ارتفاعها 2000م عن سطح البحر، و لدى تحديد الوضعية الفراغية لهذه الطبقة تبين أنها ذات سمت اتجاه شرق-غرب و زاوية ميل 40° نحو الجنوب (090/40°S). أريد حفر بئر عند النقطة ذات الارتفاع 1700م على المنحدر و التي تقع إلى الجنوب من نقطة التكشف على مسافة 800م. و المطلوب تحديد عمق البئر للوصول إلى طبقة الحجر الكلسي.

الحل:

....

....

....

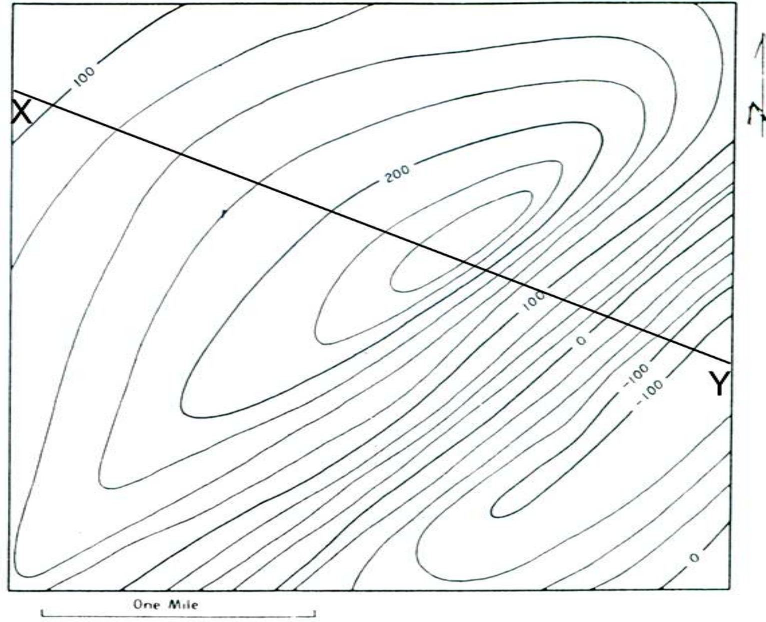
....

....

خطوط التسوية البنيوية و خطوط تساوي الثخانة

خطوط التسوية البنيوية هي خطوط وهمية تصل بين النقاط متساوية الارتفاع أو العمق عن مستوي مرجعي محدد (سطح البحر عادة)، وذلك لسطح محدد من طبقة أو تشكيلة رسوبية، عادة ترسم هذه الخطوط للسطح العلوي للطبقات. تشبه هذه الخطوط منحنيات التسوية الطبوغرافية. يؤدي وجود الصدوع إلى فصل السطح البنيوي إلى جزأين، وهذا يسبب انقطاعات في خطوط التسوية البنيوية، كانزياح هذه الخطوط (صدع إزاحة جانبي) أو وجود ثغرة على امتدادها (صدع عادي) أو حتى تراكبها (صدع عكسي أو مقلوب).

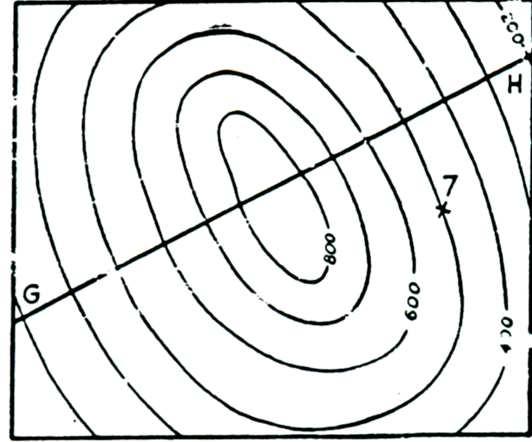
تمرين11: رسم مقطعاً X-Y في خارطة التسوية البنيوية للسطح العلوي لطبقة من الغضار، محدداً زوايا ميل الطبقة وفق المقطع، أين برأيك يمكن أن تشكل هذه الطبقة صخراً مغطياً في مصيدة نفطية؟



....

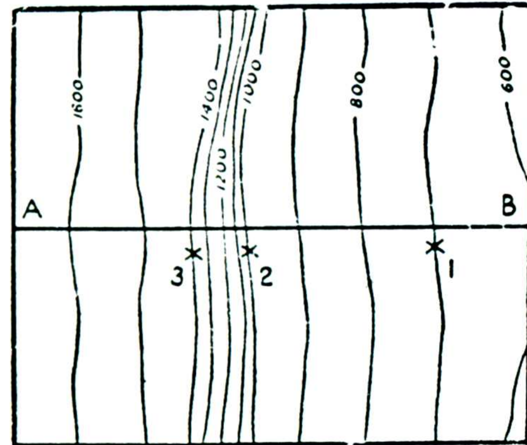
....

تمرين12: يبين الشكل خرائط تسوية بنيوية. على فرض أنها تعبر عن نفس سطح المعلم و أن سطح الأرض على ارتفاع 1500م عن سطح البحر، و المطلوب: فسر البنيات التي تعبر عنها كل خارطة من خلال رسم مقاطع بنيوية في كل خارطة.



....

....

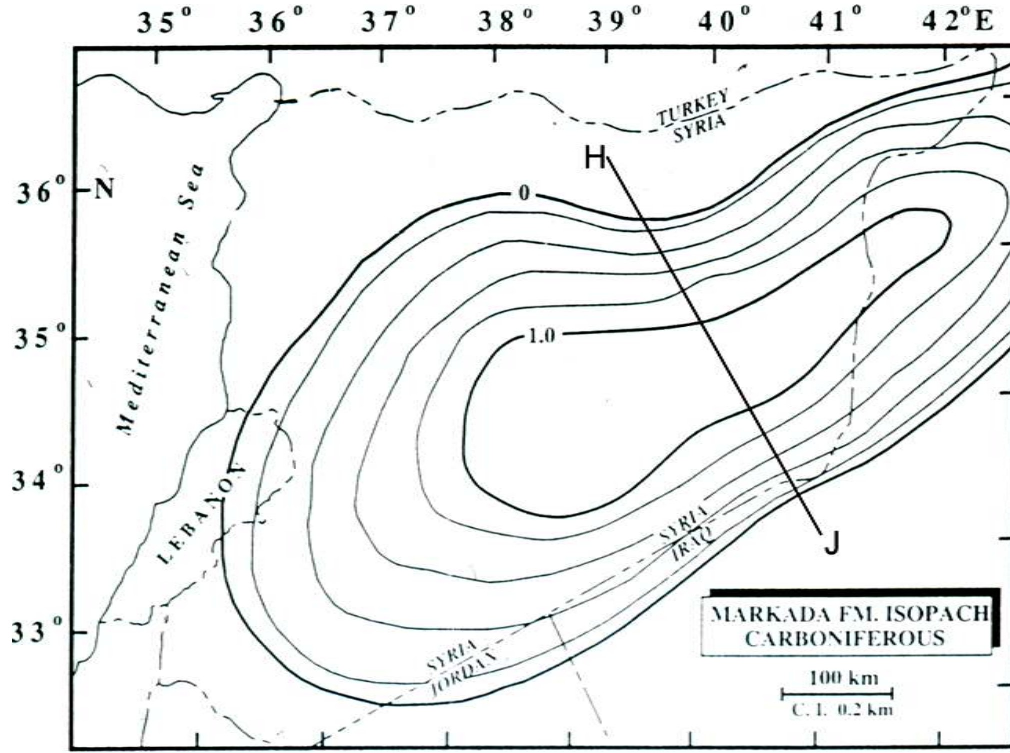


....

....

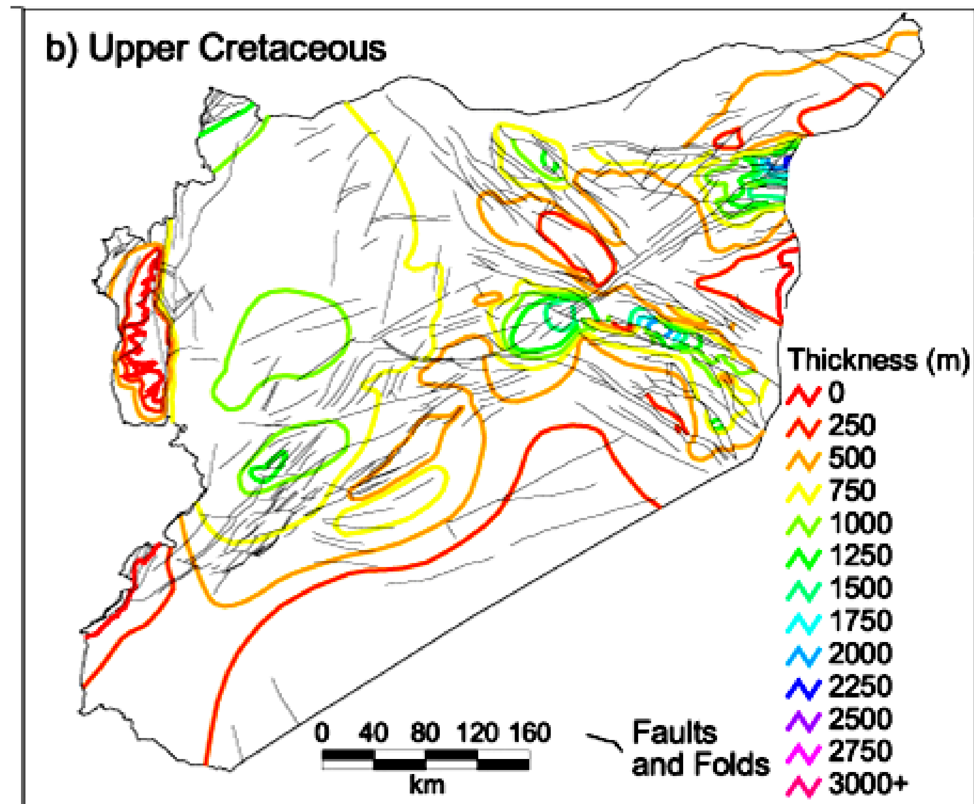
خطوط تساوي الثخانة هي خطوط تعبر عن تساوي ثخانة الطبقات أو التشكيلات الرسوبية في النقاط التي تمر بها. تساعد هذه الخرائط في فهم تغيرات ثخانة تشكيلات رسوبية ذات أهمية اقتصادية و فهم النواحي الباليوجغرافية لها في زمن الترسيب. تشبه طريقة رسم هذه الخرائط طريقة رسم خطوط التسوية الطبوغرافية.

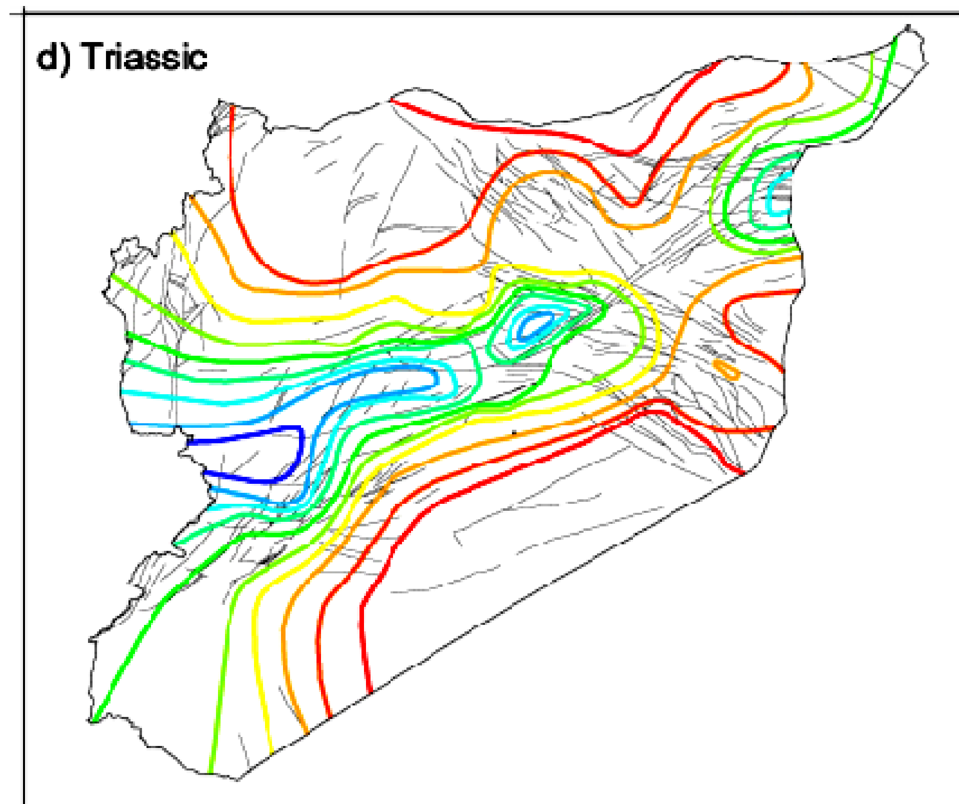
تمرين13: يبين الشكل خارطة تساوي ثخانة تشكيلة مرقده من عمر الكربوني في سورية و المطلوب: فسر هذه الخريطة و ارسم المقاطع التي تراها مناسبة لتوضيح تغيرات الثخانة.



....

....


b) Upper Cretaceous
Thickness (m)
0
250
500
750
1000
1250
1500
1750
2000
2250
2500
2750
3000+
0 40 80 120 160
km
Faults and Folds


d) Triassic

الدراسة الإحصائية للشقوق

(وردة الاتجاه)

تعرف الشقوق بأنها سطوح انقطاع في الجسم الصخري لا تحدث للكتل الصخرية المحيطة بها حركة موازية لسطوحها. و ربما تكون الحركة معامدة لها لتشكل شقوق مفتوحة. تصادف الشقوق على شكل جُمَل و مجموعات متقاطعة مع بعضها البعض بزوايا محددة.

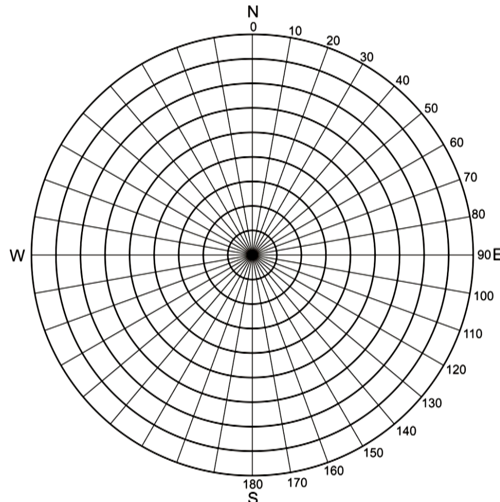
تدرس الشقوق بشكل إحصائي و تمثل الوضعية الفراغية لها على مخططات أهمها وردة الاتجاه. وهي مخطط يمثل توجهات الشقوق المدروسة بشكل مماثل لاتجاهات البوصلة، و تستخدم لإظهار سموت اتجاهات الشقوق فقط دون إظهار قيم زوايا الميل. بوجد نوعين لوردات الاتجاه: وردة ذات 180درجة و وردة ذات 360درجة.

يعتمد إنشاء وردة الاتجاه على قائمة إحصائية لقياسات الشقوق تنظم كما في الجدول التالي:

الصف	**10-0**	**20-11**	**30-21**	**40-31**	**50-41**	**60-51**	**70-61**	**80-71**	**90-81**
عدد القياسات									
النسبة المئوية									

الصف	**-91 100**	**-101 110**	**-111 120**	**-121 130**	**-131 140**	**-141 150**	**-151 160**	**-161 170**	**-171 180**
عدد القياسات									
النسبة المئوية									

ثم تمثل النسبة المئوية لكل صف على المخطط التالي، نصف قطر الدائرة يمثل النسبة المئوية.



تمرين 14: بينت دراسة اتجاهات الشقوق في منطقة برج إسلام النتائج التالية:

زاوية الميل/**سمت الاتجاه**	زاوية الميل/**سمت الاتجاه**
121/ 90*	**079**/ 89
123/ 80	**071**/ 85
074/ 86	**078**/ 82
076/ 78	**076**/ 83
128/ 88	**072**/ 79
071/ 81	**075**/ 85
072/ 90*	**073**/ 80
077/ 75	**125**/ 88
075/ 88	**079**/ 89
077/ 84	**077**/ 84

المطلوب: ارسم وردة الاتجاه بالاعتماد على النتائج المرفقة في الجدول ثم أقرأ الوردة الناتجة.

الحل:

الصف	**60-51**	**70-61**	**80-71**	**90-81**	**100-91**	**110-101**	**120-111**	**130-121**	**140-131**
عدد القياسات									
النسبة المئوية									

